

総 説

脳 を 知 る

—— 高次機能の解明に挑む ——

田 中 任

The Brain

Tsutomu TANAKA

Abstract: A satisfactory understanding of the connection between mind and brain must answer the following questions. What sort of brain action does correspond to a conscious thought? How does the content of a thought relate to the form of the corresponding brain action? How do the conscious thoughts guide to bodily actions? Answers to these questions have been discussed. And it will present some of our distinguished neuroscientists interpreting the traditional issues of philosophy of the mind-brain.

はじめに

二十世紀は物質と生命に関する人類の知識が飛躍的に拡大した時代である。二十世紀前半には物質の根元的な法則である量子力学が完成され、後半には遺伝子の分子生物学的解明により生命の物質的基盤が明らかにされた。そして、二十世紀末の今日、人間の脳の働きを究明する研究が注目をあびてきた。一九九〇から日本の提唱によって開始された国際ヒューマンフロンティア計画でも第一課題として脳機能の解明がとりあげられている。具体的には以下に示す10の課題が対象となる。1) “脳の時代”と近代科学, 2) 神経科学の成立ちと急成長, 3) 脳の老化研究, 4) 脳の階層性と多様性, 冗長性, 5) アルツハイマー病・パーキンソン病からの発展, 6) 脳研究と環境問題, 7) ヒト脳の種特異性の問題, 8) 脳とニューロンコンピュータ, 9) ニューロン回路の研究アプローチ, 10) 90年代の研究戦略と将来などである。

本論文では、このヒューマンフロンティア計画の基盤となる脳研究の論理的特性に焦点をあてて、「脳を知る」ということについて考察する。脳の論理性について、二つの課題に絞って述べる。一つは、脳が脳を理解出来るかということであり、他は、脳を知れば、心が理解出来るかということである。脳を使って、脳を理解しようとすることは、靴紐をひっぱって自分を持ち上げようとすることに似ており、その矛盾のために脳研究自体に対して疑問が湧くこともある。これは論理学でいう自己言及系に関する論議であるので、まず自己言及系について述べる。

1. 自己言及系について

一つの体系のなかで個々の命題を議論する際に、その命題のなかに、自分の体系についての議論をまぜてしまうことである。これは自己言及系とよばれるが、この系には矛盾が生じることがある。すなわち、いかなる知識も体系化されると必ず限界が生ずることがわかっているのである。数学を例にとると、体系を公理から出発して論理的に組み立てていこうとすると、その中にどうしても真ではあるが証明できない定理が存在してしまう。この限界はゲーデルの不完全性定理といわれる。ゲーデルは「自分自身の体系は矛盾を含まない」という命題はその体系のなかでは証明されないことを、数学で常用される対角線論法で証明した。それでは脳の研究についてはどうか。われわれが、脳を働かせて脳の情報処理機構を調べることは、これも自己言及系である。しかし、この自己言及系の矛盾は、完結した閉じた世界を作ろうとするときに問題となるのであって、生体现象は閉じた世界ではなく開放系であるので事情が異なる。われわれの脳で脳の研究をすること自体に何ら矛盾はないと考えられる。

2. 心と脳との関係について

次いで、心とは何かについて考えてみる。心と物質とを区別するものは何か？心は意識であるといわれるが、それでは意識とは何か？動物に意識はあるのか、あるいは精巧な機械に意識はあるのか、コンピューターはどうか？等々。これらの問題に答えるのが「心」である。そして、われわれは他人の心を占有し、その意識を直接体験することはできない。もしそれが可能であるならば、他人がわれわれになってしまうからである。したがって、他人にも心があるということは類推から帰納される。もし「スミス氏が心をもつことがどうして私にわかるか」と問われれば、「私は心をもつ。スミス氏は私同様に振舞い、私同様に話し、心をもつというから、私は彼が心をもっていると結論する」と答えるより仕方がない。この理由づけは人間だけではなく機械にも当てはめることがことができると結論できる。

今日、脳を研究する多くの人の考え方を集約すれば、人間は全面的に脳に依存しており、脳がなければ心も知性も存在しないということになる。たとえば、事故や腫瘍や卒中などによって脳に損傷を受ければ、感情、記憶、学習などの通常の一部の能力、またはすべてを無くした病歴が数多く示されている。また、てんかん患者の治療のために脳に手術を施す生理学者や外科医たちによって、情報の貯蔵部位が、脳の局在化されたところということが明らかになっている。

3. 機械は考えることができるか？

それでは、機械は考えることができるか？コンピューターは考えることができるか？一九五〇年に数学者アラン・チューリングは「心」という雑誌の中で「機械は考えることができるか」

という問をだしている。そして、すべての外的影響に対して機械が人と同様に応答するならば機械は考えると推定することができるという。このテストはチューリング・テストとよばれる。ある部屋に計算機を置き、別の部屋に人を入れ、どちらの部屋に計算機が入っているか知らない人が、外から通信線を通じてそれぞれの部屋に種々の質問をしたとする。それらの質問に対する応答がいずれも適切であって、計算機のものか人間のものか判定しにくいときに、計算機は人間のように考えているとした。応答は音声ではなく、印刷の形式でプリンターへ出力され、それが比較された。現状では、このテストに合格する機械はない。したがって、コンピュータ・プログラムでシステムに心をあたえることはできないように思われる。われわれの頭脳はコンピュータのような機械には真似ができないほど複雑である。計算機は逐次的に一步一步順序をふんで作動し、問題の答えを提供してくれる。しかし、ゲーデルがその不完全性定理で示したように、いかに複雑、巧妙なメカニズムを内蔵していても、またその動作がいかに速くても、計算機に解答できないような問題は無数にあるのである。ひるがえって、人間の脳も、その構造上、固有の制約をそなえているし、人間の脳には解けないような数学的問題が存在するだろう。しかし、そうであっても、今日考えられているいかなる機械構造よりもはるかに強力な操作規則の構造をわれわれの脳は内蔵していると考えられる。

4. 心身問題 mind-body problem

心身問題では心と肉体との関係を論ずる。この二つは同じものか異なるものかによって、一元論と二元論に分かれる。両者の間には長い間論争があり、また解決されたわけではない。宗教では、魂（あるいは心）はものであり、身体と魂ははっきりと区別しなければならないと教える。これは二元論であり、デカルトによって発展させられ、キリスト教の考えに広く取り入れられてきた。一般の人にはこの二元論が深くしみこんでいると考えられ、ギルバート・ライルは著書「心の概念」のなかで二元論を「公認の教義」とよんでいる。しかし、今日多くの科学者は二元論は信じない。脳を高度に発達した複雑系とみなし、機械と同じ物理学の法則が適用できる電気化学的機械と考える合理性を好む。そして脳の内部の状況は、過去の事象と今入力されている感覚系の信号によって、完全に規定され则认为。また、われわれが行動とよぶ振舞いは脳の出力系から起こるが、これも完全に脳の内的状態によって決定されて、それ以外のなにものでもないとする。ただ、この脳の物質的一元論の難点は、脳が完全にロボットに還元されてしまい心とか自由意志が入り込む余地がないことである。もし神経の信号が物理学の法則に従うのであれば、どのように心に信号が入っていくのかといったことがはっきりしない。心に信号が入らないのなら、われわれの意志による行動で身体の動きが支配されることはどのように説明するのか明らかでない。

現在多くの脳研究者によって支持されている考え方は創発性唯物論 (emergent materialism) である。これは、心と肉体が別であるという考え方を排し、すべての精神現象は脳の状

態であるとする。しかし、単純な一元論と異なり、精神現象が物理的現象にすべて還元できるとは限らないと考える。何故ならば、脳は生体であり、機械ではないからである。脳は単なる細胞集団ではなく、構造と環境をもっている。創発性であり、考え、感じ、知覚する。これは丁度、リンゴの甘味に似ている。物理的あるいは化学的に分析しても‘甘味’はでてこない。

5. デカルトの考え方

近代哲学の創始者はデカルト(1596－1650)で、自分の考え方がすべて誤りであるということの論理的可能性より出発して、真理をうち建てるための堅固な基礎を探し求めた。自分が有限で不完全であるという認識から、無限で完全なものが存在しなければならないはずであると考えた。そして存在という特性をもたないものは完全ではありえないから、完全なものとしての「神」が存在するはずであると論じた。デカルトにとって、神の存在というこの結論は、科学にとっても重要な意義をもった。これによって、外界の実在性という大問題が解決されたからである。外界の認識はすべて感覚を通して得られるので、実在するのは感覚だけであり、周囲の事物は錯覚ではないかという疑問が生じる。これに対するデカルトの答えは明快である。神は完全であるから、外界が実在するようにみせかけて人を欺いたりしないというのである。デカルトにとって、外界は法則に従って動く大きな機械であり、その法則は知性特に数学的知性によって知りうるのである。このデカルトの考え方により、哲学や神学(theology)から独立して、脳の機能を神経生理的に研究することが可能になった。ガリレオは数学と実験により、比較的狭い問題に限定して解決していったが、デカルトは、実験をせずに、観察によって広い問題をあつかった。アインシュタインも思考により革命的解法を見つけた科学者であるが、知覚する主体と無関係な外界の存在を信ずることがすべての科学の基礎であると考えた。しかし、感覚は間接的な知識しか与え得ないから、この外界の物理的実在は、思慮によってはじめて了解されるのである。経験は個人的なものであり、実在を証明することはできない。

6. 二元論について

著名な脳外科医であり、脳生理学者でもあったペンフィールドは次のように書いている。彼の恩師チャールズ・シェリントン卿は、反射と神経系の統合作用に関する研究でノーベル賞を授けられた。シェリントンの関心は主として生まれつきの反射（無条件反射）に集中していたが、1935年に七十八歳でオックスフォード大学の生理学教授の職を退くと、動物実験の研究生活から離れて、人間の脳と心に関する専門的で哲学的な考察に専念した。脳と心の問題について、「解明はおろか、その糸口さえ得られていない」と述べている。そして、人間は二つの基本的な要素から成るという説が、一つの要素から成るという説と比べて真実性が少ないとは思えない。「私は何らかの結論から出発しているわけでもないし、最終的で変更の余地

のない結論を出して終わろうというのでもない。今日までに得られている神経生理学上の証拠を、人間は、一つの要素から成り立っているのか、それとも二つの要素から成り立っているのか、という観点から見直してみただけである。すなわち、脳だけで心の働きを説明できるという十分な証拠はなく、人間は、一つの要素ではなく、二つの要素から成り立っていると考えた方が理解しやすい」。こうしてとらえた心の本体について、ペンフィールド博士は次のように述べている。「心は、それ自体、基本的な要素と呼ぶべきものである。霊とか魂とか呼びかたはいろいろあろうが、要するに実体のある存在なのだ」。また、エイドリアン卿は、シェリントンの追悼文のなかで以下のようにいっている。ある人々は思考はすべて電流であると考え。しかし、シェリントンは少し違ったものと考えた。すなわち脳にはエネルギーや物質には適合しない何者かである。思考は自然科学の範疇外のものである。思考をはっきりさせることは難しく、神経生理学が到達できない領域であると考えた。このシェリントンの二元論を哲学者ホッパーと神経生理学者エックルズが引き継いで発展させた。

7. 機械の中の幽霊

ギルバート・ライルは、人間の身体はエンジンであるがそれは内部にあるもう一つのエンジンによって調節されて作動するので、ふつうのエンジンとは異なるという。この内部で調節するエンジンは非常に特殊であり、眼には見えず、耳には聞こえず、大きさも重さもない。それは拘束できず、それが従う法則はふつうのエンジンに関して知られているものではない。ライルはこの内部の調節器を「機械の中の幽霊」とよんで、二元論という精神現象をからかった。彼は精神現象を導入すると、矛盾が生じて後退を余儀なくされると説く。そして、われわれが脳について語るときと心について語るときで記述のレベルを変えているという。心について語るときは、もっと抽象的になっている。これは、政府と憲法の違いに似ている。政府は個々の具体的なものの集合であり、憲法は思想の抽象的なものである。したがって、政府と憲法との関係を論じることは意味がない。同様に、心と脳について論じるのも意味がない。ライルによれば、ある話の流れの中で心が存在するというのは全く差し支えないし、別の話の流れの中で身体が存在するというのも全く差し支えない。しかし、これらの表現から二つの異なる種類の存在があると結論することはできない。ライルのこの考え方は現在でもまだ影響力をもっていると考えられる。

8. 非法則論的一元論 anomalous monism

心的ものと物的なものとは同一であり、一方から他方への法則的還元ができるという立場を法則論的一元論（還元主義的唯物論）という。これに対して、D. デイブイドソンの提唱する存在論上のテーゼは、心的なものと物的なものは同一であるが、その同一なものの心的な捉え

方は非法則的であるとする。信念や知覚や行為といった心理的（志向的）現象は厳格な法則的説明を受け付けないと考え、同時に宇宙に存在するものは最終的には物質的なものだけということを主張する。つまりこのテーゼは、自然界の法則性と人間の自由とのデレンマを現代の科学的常識の下で調停しようとする点でカント的なのである。

9. 脳研究者の「脳について」の考え方

1) J. Z. ヤング

英国の解剖学者J. Z. ヤングは一元論の立場に立って、次ぎのように考えた。すべての知的能力は脳に由来する。脳が無ければ、知能も何もない。脳以外の何か或るもの、精神といったものがあるということを証明する臨床所見はない。われわれが意識ある心を持っているということは議論の余地はない。心は脳のひとつの性質であり、それはちょうど回転が車の性質であるようなもの、あるいはコンピュータにおける計算のようなものである。そして、心は瞬間的な存在のように思える。もしあなたが、ヘーステングズの戦いはいつであったかと問われれば、1066年と答えるだろう。しかし、わたくしがその質問をする前には、あなたの心にはその期日は含まれていない。その期日は脳のなかにあり、必要に応じて思い出されるのである。

2) V. B. マウントキャッスルの考え方

米国の脳生理学者V. B. マウントキャッスルは脳の高次機能たとえば精神作用などは身体内部で生じたもの、あるいは時に、外部より働きかけて生じたもので、前脳の細胞集団の統一的な作用で生まれると考える。肉体以外の外から影響を考える必要は全くない。この考え方は心理神経的同一体といわれるものであって、デカルトの二元論とは対立する。

3) R. グラニットの考え方

現代生物学の進化論的立場からみて、意識は創発性産物であると考え。シェリントン卿によれば意識は進化の過程で生じたものである。最初は判らないが、次第にはっきりしてくると考えた。そして、心は運動行為に結びついて発生してきたとする。グラニットはシェリントン卿のこの考え方と違って、科学に二元論は必要ないと考える。人間として、肉体と心、物質と魂とする二元論は必要かも知れないが、それは科学的な道ではないという。

4) R. スペリーの考え方

意識についての考え方は、スペリーとマイヤーによる左右両半球を切り離したネコを用いた識別能の転移実験や、ガザニガとボーゲンの患者における離断症状群の観察により、「創発性」を考えることによりはっきりしてきた。この創発論は、多様な意味をもって使われてきたが、スペリーは進化の過程を考えることにより、一元論の立場に拠って意識の問題を処理した。彼

にとって意識は、中枢神経系の活動の複雑なパターンよりできあがっていて、これらの中枢神経系の活動は認識や思考、決断などと同じものである。温度やエントロピーは、原子の集団としての性質であり、個々の原子の性質ではない。同様に、自己複製の能力は、DNAの性質であり、その構成成分からは自己複製はでてこない。このような全体としての性質、全体の系に特徴的の性質を創発性という。創発性唯物論によれば、中枢神経系の精神的機能は、原子、分子においては勿論、中枢神経系の構成要素である個々の細胞においても存在せずに、中枢神経系というシステム全体において初めて発現した機能である。中枢神経系の精神的機能は、長期間にわたる生物進化の過程のある時点において初めて出現した機能である。したがって、創発主義的唯物論は、次のように要約される。イ) すべての精神的機能は、脳の機能である。ロ) 脳の機能は、脳の構成要素をなす細胞の機能に対し、創発的である。ハ) いわゆる心一身の関係は、脳のさまざまなシステム間の相互作用である。

5) ヘブスの考え方

実験心理学者ヘブスにとって、心とは人間の行動の大部分を規定しているところの何かである。一般的に、この規定を行っている何かについて、二つの考え方がある。その一つは、心を霊的ないし非物質的なものとする考え方であり、もう一つは、心を脳の物質的な活動とするものである。心が霊魂であるとする考え方は、宿霊説であり、それは生氣論の一形式である。覚醒し思考しかつ意識的である人間は、その身体に霊魂を宿しているために意識的なのだ、というもので二元論である。ヘブスは人間理解に対する科学的アプローチにとって、この二元論は邪魔なものであるという。心と物質が基本的には異なるものではなく、むしろ同一事物の異なった形式であると考えている。

6) ポッパーとエックルズの考え方

ポッパーとエックルズによれば、自己を認識している心は、脳活動の最高位にある中枢群と交信しているとする。この中枢群は優位脳の連合野にあると考えられている。心は活発にこれらの神経中枢から信号を読み取り、神経活動の動的な空間的・時間的パターンを変化させるように働く。心は、この相互作用によって神経系の活動に対して支配的な役割を果たす。ポッパーとエックルズの仮説の要点は、われわれが意識のなかで経験する統一性は、神経生理学的総合作用から生じているのではなく、自己を意識する心の統合作用からくるとすることである。すなわち、非物質的影響力が働いているとするのである。彼等によれば「人間の脳で生じる、膨大な数の神経細胞の複雑で多様を極める活動パターンから、事物を瞬時に知覚し、その認知に基づいて直ちに即応的な行動を指令できるような仕組みを、脳そのものに見いだすことはできない」という。なぜなら、脳のなかで起こっている出来事は結局のところ「数百万のモジュール（神経活動の単位をなすと考えられるニューロンの一種の回路）で生じた神経活動の寄せ集めであり」、そのような脳の神経活動を一つに統合して内的体験に一本化できるような神経機

構は「現在に至るまでいかなる理論をもってしても想定することは不可能であった」からである。したがって、自我意識や自我の同一性の意識などは脳に局在するものではない、ということが帰結される。彼らは「何らかの非物質的な実体をもつ意識あるいは心」と「純然たる物質の構成物である脳」とを区別し、そして非物質的な心が物質的な脳から情報を受け取りながら脳を統御するのであり、心によって内的体験の一体化が可能になるのだという「二元論的相互作用説」を提案している。

10. 創発性物質論について

上述したように、心の研究に関して二つの取り扱い方がある。一つは心を科学の研究対象になるものとして捉える立場であり、他は科学の対象とならないと考え、心は神秘的であり、あるいは超自然なものであるとすら考える立場である。前者は一元論であり、後者は二元論である。そして、多くの脳研究者が信ずるのは創発的物質主義である。この考え方では、心は脳の活動であるが、単なる物理的あるいは化学的または細胞学的現象ではなくて、複雑な神経細胞集団の特殊な活動であり、高等動物になって初めて出現してくるものとする。これは一元論であり、その基本的な概念は心を物質としての神経回路であらわされたとする。そして神経系の構成、環境、構造などを科学的に研究することによって、心が解明され则认为るのである。しかし、ここで注意しなければならないのは、二元論の否定が即、排他的物質論を意味するものではないということである。創発性物質論では、心は脳活動と考えるがそれは動物が長い進化の過程で獲得した複雑で弾力性のある神経系の創発性により生じたものである。現代哲学では、今世紀はじめにベルグソンがイマージュ論によって精神と物質とを一元論的に解釈したが、ポパーは心的なものと物質的のものとの非還元性を主張してデカルト的二元論を支持した。しかし現象学では、精神現象は身体機能に還元され则认为る傾向が強い（たとえばメルロ＝ポンティ）。また分析哲学においても、物質主義的な一元論の立場から、伝統的な二元論的図式の克服を目指す試みが顕著である。心は脳の働きに他ならないとする心脳同一説（スマート）があり、それを受けて行動主義（ライル）、機能主義（バトナム）、無法則的一元論（デイブイドソン）などがある。山田弘明氏によると、今日では二元論はそれを認めるか否かでその人の哲学の基本的立場が判明する、踏み絵のごとき様相を呈しているとのことである。

11. 結 論

思考は脳内に起こる事象であるとする、脳自身についてはどのような考えをすればよいのか。われわれの脳は、われわれ自身を理解することができるのかは疑問のあるところとしても、私は自分自身の脳の働きを理解できるし、それを説明することもできる。私は人間の脳の働きを理解することが出来れば幸福であるが、それができなければせめてブレイクモアのいうよう

に、ネコの脳の働きが理解できればそれで満足であるとする。J.C.エクルズをはじめとする何人かの二元論者は、「心」が脳の細胞を統御するように働く何か特別の力を持っていると主張したがっているが、そうした力を考える必要はないと考える。私たちが意識をもっていることは議論の余地がないが、私たちは世界に働きかける実体という意味での「心」をもっていないなければならないのであろうか？心的状態は脳から分離できない。それでは人間には本質的に生物学的な契機は全くないのか。脳は人間の知性を構成するプログラムの一種類に過ぎないのか。人間の脳と心に匹敵するハードウェアを作り、またそのプログラムが書けるようになるのは果たして時間の問題なのかどうか。依然として脳と心に関する問題は様相を時代とともに変化させながら、未来に残されているのだらう。そしてそのために、「脳を知る」というストラテジー（戦略）は、脳研究に携わる若い学徒を将来にわたって魅了しつづけるのであろう。

参考文献

1. 宮下保司, 下条信輔編 (1995): 脳から心へ 岩波書店 pp.376
2. 篠本滋 (1996): 脳のデザイン 岩波書店 pp.233
3. Paul Benacerraf & Hilary Putnam (1988): Philosophy of mathematics Cambridge pp.600
4. Jaegwon Kim (1996): Philosophy of mind Westview Press pp.258
5. Elliott Sober (1993): Philosophy of biology Oxford pp.231